COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1876.

PRÉSIDENCE DE M. LE VICE-AMIRAL PÂRIS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *G. Andral*, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie. Cette douloureuse nouvelle a été communiquée à l'Académie par une lettre de son fils, M. P. Andral, vice-président du Conseil d'État.

M. G. Andral est mort le dimanche matin 13 février. Il était le doyen de la Section de Médecine et Chirurgie, à laquelle il appartenait depuis l'année 1843.

M. le **Président** fait connaître à l'Académie qu'elle vient de perdre en outre, dans la matinée, par une bien triste circonstance, le doyen de ses Membres libres, M. le baron *A.-P. Séguier*. M. Séguier avait été nommé Académicien libre en 1833.

THERMOCHIMIE. — *Sur les éthers des hydracides;* par M. **Berthelot**.

« 1. Je n'ai pas trouvé de procédé pour former ces éthers avec les alcools, dans des conditions accessibles aux mesures calorimétriques; cette formation étant bien plus lente avec les alcools qu'avec les carbures d'hydrogène.

» On voit par là que l'*hydratation des composés organiques dégage de la chaleur,* qu'il s'agisse de la décomposition des éthers dissous en acides et alcools étendus, ou de la transformation des amides en sels ammoniacaux : résultat général sur lequel j'ai appelé l'attention dès 1865, et qui se trouve confirmé et précisé par les présentes expériences. Il est facile d'en comprendre toute l'importance dans la théorie de la chaleur animale. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'hyposulfite de potasse;* par M. **Berthelot.**

« 1. Les analyses des produits de combustion de la poudre signalent toutes, depuis une vingtaine d'années, l'hyposulfite potassique à côté du sulfure, et cela dans une proportion qui varie entre des limites fort étendues, telles que 2 et 20 centièmes, sans changement apparent dans les conditions (Noble et Abel). Le rôle de ce sel dans l'explosion a même donné lieu à une théorie ingénieuse de M. Fedorow, d'après laquelle la formation de l'hyposulfite et du sulfure serait due à la réduction par le charbon du sulfate de potasse, formé tout d'abord :

(1) $AzO^6K + S + C = SO^4K + Az + CO^2,$

(2) $2SO^4K + 2C = S^2O^3K + CO^3K + CO^2,$

(2 *bis*) $2SO^4K + 3C = S^2O^3K + CO^3K + 2CO,$

(3) $2S^2O^3K + 3C = 2KS + 3CO^2 + 2S,$

ainsi qu'à la réduction consécutive du carbonate par le soufre excédant :

(4) $4CO^3K + 4S = SO^4K + 3KS + 4CO^2,$

(4 *bis*) $3CO^3K + 4S = S^2O^3K + 2KS + 3CO^2.$

» J'ai étudié la stabilité et la formation thermique de l'hyposulfite de potasse, afin de contrôler les opinions précédentes.

» 2. *Formation thermique.* — J'ai déterminé la chaleur de dissolution :

S^2O^3K anhydre (1 p. + 80 p. eau), à 14°, absorbe... — 2,28; S^2O^3K, HO... — 3,06.

On a, d'autre part,

$S + O^2 = SO^2$ gaz (moyenne de Dulong, Hess, Favre et Silbermann, Andrews).	+ 38,8
SO^2 gaz + eau = SO^2 dissous (Favre et Silbermann, Thomsen)..............	+ 3,8
SO^2 dissous + S = S^2O^2, HO dissous (Thomsen)..........................	— 4,6
K + O + eau = KO, HO dissoute (Thomsen)..........................	+ 82,3
Union de l'acide hyposulfureux étendu et de la potasse étendue............	+ 14,8
Séparation de S^2O^3K anhydre (Berthelot)............................	+ 2,3
Formation depuis les éléments : $S^2 + O^3 + K = S^2O^3K$....................	+ 137,

» Je calcule de même, d'après les données existant dans la Science,

$S + O^4 + K = SO^4K$... $+175,4$; $K + S = KS$... $+51,1$

C (carbone du charbon de bois) $+ O = CO$.......... $+14,0$

$C + O^2 = CO^2$... $+48,5$; $C + O^3 + K = CO^3K$... $+140,4$

» 3. Calculons avec ces données les équations de M. Fedorow pour la formation de l'hyposulfite :

(2) $2SO^4K + 2C = S^2O^3K + CO^3K + CO^2$ absorberait........ $-24,5$

(2 *bis*) $2SO^4K + 3C = S^2O^3K + CO^3K + 2CO$ » .... $-45,0$

(4 *bis*) $3CO^3K + 4S = S^2O^3K + 2KS + 3CO^2$ » .... $-16,1$

» Tous ces chiffres sont négatifs et la valeur absolue en est trop grande pour pouvoir être compensée, même à une haute température, par la différence probable des chaleurs de fusion ou des chaleurs spécifiques. La formation de l'hyposulfite de potasse, d'après ces équations, donnerait donc toujours lieu à une absorption de chaleur.

» 4. Cette circonstance ne saurait être admise dans aucune réaction chimique directe, accomplie sans le concours d'une énergie étrangère. La seule qui puisse intervenir ici serait l'énergie empruntée à l'acte de l'échauffement. Or celle-ci s'exerce uniquement pour donner lieu à la décomposition totale ou partielle, c'est-à-dire à la dissociation des composés chimiques, dissociation qui s'accomplit avec absorption de chaleur et qui d'ailleurs peut être suivie par une nouvelle réaction, développée avec dégagement de chaleur, entre les corps ainsi formés par dissociation et d'autres substances présentes dans le système. Mais la condition *sine quâ non* de cette nouvelle réaction est évidemment que les composés qu'elle détermine soient indécomposables à la température où elle a lieu, ou tout au moins plus stables que les composés primitifs. Autrement les nouveaux composés ne pourront se former ; ou bien il s'en formera tout au plus quelques traces, dont la quantité sera réglée par le rapport des stabilités. Par exemple, dans le cas présent, l'hyposulfite de potasse devrait être indécomposable à la température qui dissocie le sulfate de potasse, ou tout au moins dissocié à un degré analogue, pour pouvoir subsister en proportion comparable au sulfate, après refroidissement. De même pour la transformation du carbonate en hyposulfite.

» 5. J'ai été ainsi conduit à étudier la stabilité de l'hyposulfite de potasse. J'ai chauffé ce sel sec au bain d'alliage, dans une atmosphère d'azote. Jusque vers 500 degrés, il n'éprouve aucune altération notable, si ce n'est que le gaz se charge de traces d'hydrogène sulfuré (provenant

d'un peu d'humidité que le sel retient jusque vers cette température). Le dosage par l'iode indique que le sel, après quelque temps de chauffage à 500 degrés, contient encore 98 centièmes d'hyposulfite réel.

» Pour déterminer la décomposition de l'hyposulfite de potasse, il faut élever la température notablement au-dessus et jusqu'à un degré que mes thermomètres à air n'indiquaient plus, à cause du ramollissement du verre. Ce degré (que je regarde comme un peu supérieur à 550 degrés) une fois atteint, le sel se fonce et noircit en se changeant en polysulfure et sulfate, conformément à la réaction décrite par les auteurs :

$$4\,S^2O^3K = 3\,SO^4K + KS^5.$$

» Cette décomposition ne donnant naissance à aucun produit volatil, elle ne saurait être influencée par la pression. Une température un peu plus haute, quoique inférieure à la fusion du verre, détruit à son tour le polysulfure, avec sublimation de soufre; d'où

$$4\,S^2O^3K = 3\,SO^4K + \dot{K}S + S^4,$$

réaction qui dégagerait + 27,7 à la température ordinaire. En fait elle dégage de la chaleur, à la température même à laquelle elle s'effectue; car la réaction une fois commencée continue d'elle-même, alors qu'on écarte la source de chaleur.

» 6. Je conclus de ces faits qu'une proportion considérable d'hyposulfite, telle que 20 centièmes, ne saurait ni se former ni subsister, soit à 2200 degrés, température de l'explosion de la poudre, soit même au rouge; la formation en ayant lieu aux dépens du sulfate ou du carbonate de potasse, qui ne donnent nul indice de décomposition à la température rouge.

» Si donc l'hyposulfite prend réellement naissance dans cette explosion, ce ne saurait être qu'en très-petite quantité (1) et à la façon de ces produits secondaires, soustraits par un brusque refroidissement à l'action lentement décomposante de la température qui leur a donné naissance (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. VI, p. 440).

» 7. Reste à expliquer les fortes doses d'hyposulfite que signalent les analyses des auteurs parmi les produits de l'explosion de la poudre. Je les

---

(1) Il pourrait aussi s'en produire un peu aux dépens du sulfure de potassium, réagissant pendant le refroidissement sur quelque trace d'acide sulfureux formé temporairement :

$$2\,KS + 3\,SO^2 = 2\,S^2O^3K + S \text{ dégage} \ldots + 56{,}2.$$

attribue à une absorption de l'oxygène de l'air, opérée au moment où l'on ouvre les appareils et où l'on recueille ces produits chargés de sulfure potassique et éminemment oxydables et hygrométriques; elle continue pendant les manipulations analytiques, trop compliquées pour être protégées efficacement contre l'accès de l'air, malgré toutes les précautions prises. C'est ce que l'on peut montrer par la discussion des nombres mêmes des auteurs. M. Fedorow remarque que l'hyposulfite se développe surtout en vase ouvert, le sulfure sous pression (c'est-à-dire en vase clos); ce qui est conforme à l'opinion que je soutiens. Dans les nombreuses analyses que renferme le remarquable Mémoire de MM. Noble et Abel (*Philos. Trans.*, p. 74-75; 1875), la somme des produits est d'ordinaire égale à 100; mais les auteurs n'y font pas figurer l'eau, n'ayant pu la doser directement. Or, le poids de l'eau, déduit de la proportion initiale d'hydrogène qu'ils indiquent dans la poudre (sous forme d'eau hygrométrique et de charbon hydrogéné), aurait dû s'élever à 3 ou 4 centièmes. Il y a là, je crois, compensation de deux erreurs de signe contraire : une perte d'oxygène et d'hydrogène sous forme d'eau, et un gain d'oxygène fixé sur le sulfure pendant les manipulations. La compensation, d'ailleurs, n'est pas toujours exacte. Quand l'hyposulfite est peu abondant (3,4 pour 100, n° 14), l'analyse même signale une perte de 1 centième d'oxygène; mais, quand ce sel domine, tout le sulfure ayant disparu (n° 47 et n° 42), l'excès d'oxygène surpasse l'eau perdue de 1,5 et 1,6; ce qui fait un excès total de 5 centièmes. Les excès d'alcali libre trouvés précisément dans l'un de ces cas (n° 42) par les auteurs sont une nouvelle preuve de la transformation, le rapport du soufre au potassium dans l'hyposulfite étant double du sulfure. Enfin la chaleur dégagée, calculée d'après les nombres des analyses, montre qu'il devrait y avoir un excès thermique d'un sixième environ dans les réactions où l'hyposulfite domine sur celles où il manque : excès qui ne se retrouve point dans les déterminations calorimétriques, lesquelles fournissent, d'après MM. Noble et Abel, des nombres à peu près constants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur l'approximation des fonctions de très-grands nombres et sur une classe étendue de développements en série* (seconde Partie); par M. G. **Darboux**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

« La seconde Partie de mon travail est uniquement consacrée à l'étude des développements en série ordonnés suivant les polynômes de la série hypergéométrique. Ces fonctions, étudiées par Jacobi et aussi par M. Tchebychef, qui les a employées à la solution de belles questions d'Analyse, sont définies par la formule

$$X_n = F(-n, \alpha+n, \gamma, x) = \frac{\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\gamma+n)} x^{1-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha} \frac{d^n}{dx^n} x^{n+\gamma-1}(1-x)^{\alpha+n-\gamma};$$

une de leurs propriétés fondamentales est exprimée par la relation suivante :

$$\int_0^1 X_m X_n x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha-\gamma} dx = 0.$$

» Cette relation permet de déterminer par des intégrations les coefficients successifs du développement supposé possible d'une fonction quelconque. En effet, si l'on pose

$$(1) \qquad f(x) = A_0 X_0 + A_1 X_1 + \ldots + A_n X_n + \ldots,$$

on aura

$$A_n \int_0^1 X_n^2 x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha-\gamma} dx = \int_0^1 f(x) X_n x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha-\gamma} dx,$$

équation qui détermine tous les coefficients. En substituant ces valeurs dans la formule (1), il y a lieu de se poser la question suivante :

» La série ainsi obtenue est-elle convergente et représente-t-elle la fonction?

» Je crois avoir résolu complétement cette question. Une formule donnée dans mon Mémoire sur le théorème de Sturm permet d'abord de faire la somme des premiers termes de la série, de la remplacer, comme on le fait pour les séries trigonométriques, par une seule intégrale dont il s'agit de chercher la limite; j'ai essayé d'apporter la plus grande rigueur dans l'étude de cette limite et les résultats obtenus justifient cette précaution.

Ainsi, alors même que les intégrales qui déterminent les coefficients de la série ne sont pas infinies, ont un sens déterminé, il se présente un fait inattendu. La série peut être divergente si la fonction devient infinie d'un certain ordre. C'est ainsi que, pour les polynômes de Legendre, la série cesse d'être convergente s'il arrive que la fonction devienne infinie d'un ordre égal ou supérieur à $\frac{3}{4}$ pour l'une des valeurs $x = +1$, $x = -1$. Le théorème que résume cette partie de mes recherches est le suivant :

» *Entre les limites $x = 0$, $x = 1$, la série ne sera convergente que si la fonction demeure finie pour $x = 0$, $x = 1$, ou si, devenant infinie pour $x = 0$, elle ne le devient pas d'un ordre égal ou supérieur à $\frac{\gamma}{2} + \frac{1}{4}$ et, devenant infinie pour $x = 1$, elle ne le devient pas d'un ordre égal ou supérieur à $\frac{\alpha - \gamma + 1}{2} + \frac{1}{4}$. Si la série est convergente, elle représente la fonction, continue ou discontinue, de la même manière que les séries trigonométriques.*

» La fin de mon travail traite d'une question différente de la précédente, quoique aussi intéressante. Étant donnée une série de fonction X_n

$$A_0 X_0 + A_1 X_1 + \ldots,$$

en admettant qu'elle soit convergente, quelles sont les limites de sa convergence ?

» Je prouve que les courbes limitant la région de convergence sont dans tous les cas des ellipses ayant pour foyers les points 0, 1, et je démontre que réciproquement toute fonction finie et uniforme à l'intérieur d'une ellipse est développable à l'intérieur de cette ellipse en une série convergente de polynômes X_n.

» Cette démonstration s'appuie sur le théorème de Cauchy

$$f(x) = \frac{1}{2\pi i} \int \frac{f(y)\,dy}{y - x},$$

et sur le développement de $\frac{1}{x-y}$ en une série de fonctions X_n. L'étude de ce développement me conduit à introduire, comme cela a déjà été fait pour les polynômes de Legendre, des fonctions de seconde espèce qui, dans presque toutes les questions, interviennent à côté des polynômes X_n. Par exemple, toute fonction uniforme dans la couronne comprise entre deux ellipses homofocales est développable en une série, composée à la fois de fonctions de première et de seconde espèce.

» Je donne un grand nombre d'expressions différentes et de propriétés de ces nouvelles fonctions.

» Enfin, en terminant, j'indique comment la méthode que j'ai suivie dans l'étude de la question actuelle pourra s'étendre à tous les développements ordonnés suivant des fonctions ou des polynômes formant une suite de Sturm, c'est-à-dire tels que trois fonctions consécutives soient liées par une équation de la forme

$$AX_{n+1} + (Bx + C)X_n + DX_{n-1} = 0,$$

où A, B, C, D sont des constantes, fonctions de n. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Vibrations d'un solide homogène, en équilibre de température.* Mémoire de M. **Félix Lucas**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Ce Mémoire fait suite à celui que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 31 janvier dernier.

» Nous considérons un solide homogène dont les molécules superficielles sont respectivement entretenues, par une cause quelconque, à des températures déterminées, variant, par voie continue, d'une molécule à une autre. Nous supposons que l'équilibre de température soit établi, dans la masse tout entière, et nous déterminons l'état vibratoire correspondant.

» Si l'on désigne par x, y, z les coordonnées primitives de la molécule m et par $x+u$, $y+v$, $z+w$ les coordonnées de cette molécule à l'instant t, on a

$$(1)\quad \begin{cases} u = S\frac{\mu}{n}A^{\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g}\cos\left(\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ v = S\frac{\mu}{p}A^{\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g}\cos\left(\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \\ w = S\frac{\mu}{q}A^{\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g}\cos\left(\frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g\right)\cos(t\sqrt{s}+\varepsilon), \end{cases}$$

$s, n, p, q, g, \mu, \varepsilon$, A désignant des paramètres constants, S indiquant une somme de termes correspondant à divers mouvements pendulaires.

» L'amplitude de chaque vibration simple ne pouvant qu'être multipliée par un facteur constant, si l'on déplace l'origine des coordonnées, on a nécessairement

$$(2)\quad \frac{x}{n}+\frac{y}{p}+\frac{z}{q}+g = i\pi,$$

i désignant un entier quelconque, positif ou négatif. Le corps présente,

par conséquent, le même mode d'homogénéité géométrique que dans le cas d'une température uniforme. Cette observation concorde avec les idées de Fourier; il est, en effet, facile de constater, en lisant divers passages de la *Théorie de la Chaleur*, que ce grand géomètre admettait implicitement l'existence de la constitution réticulaire dans un corps solide en équilibre de température.

» La force vive moyenne du mouvement du point m a pour valeur

$$(3) \qquad \theta = \frac{1}{2} m \mathrm{S} \mu^2 s \left(\frac{1}{n^2} + \frac{1}{p^2} + \frac{1}{q^2} \right) \mathrm{A}^{2\left(\frac{x}{n} + \frac{y}{p} + \frac{z}{q} + g\right)},$$

et caractérise la température de ce point.

» Dans le cas particulier où la température est partout la même, les paramètres A sont tous égaux à l'unité; on retrouve alors les formules que nous avons établies directement, dans notre précédent Mémoire, et qui correspondent à l'équilibre *statique*.

» Dans le cas général de l'équilibre *dynamique*, qui se présente lorsque le corps reçoit du milieu ambiant une certaine quantité de calorique et lui en restitue une quantité égale, les paramètres A ne sont pas égaux à l'unité, mais nous démontrons qu'ils en diffèrent très-peu. Il ressort, en effet, de nos formules, que, si ces paramètres s'écartaient sensiblement de l'unité, la température subirait des variations pour ainsi dire infinies dans l'intérieur d'un solide de dimensions ordinaires; or l'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi.

» De ce que les paramètres A ont des valeurs très-voisines de l'unité, il résulte que la distribution de la température dans le voisinage d'une molécule du corps est analytiquement linéaire. Soit v la température du point m dont les coordonnées primitives sont x, y, z, et w la température d'un point voisin dont les coordonnées primitives sont $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$; on a nécessairement

$$(4) \qquad w - v = a\xi + b\eta + c\zeta,$$

a, b, c désignant des coefficients constants. On peut, d'ailleurs, éviter de recourir à l'emploi de ces paramètres, en écrivant

$$(5) \qquad w - v = \frac{dv}{dx}\xi + \frac{dv}{dy}\eta + \frac{dv}{dz}\zeta.$$

» Cette formule, fondamentale dans la théorie de la chaleur, a été posée par Fourier en assimilant les distances moléculaires à des différentielles géométriques, de manière à identifier la différence $w - v$ avec la différentielle totale de v. Or il n'est pas évident *a priori* que cette assimi-

lation soit permise, car, la température étant tout à fait indépendante de l'unité de longueur admise, on peut choisir cette unité de manière que les distances moléculaires, et par conséquent les coordonnées ξ, η, ζ, soient exprimées par des nombres finis. Il n'était pas sans intérêt d'établir la formule (5) par des considérations plus rigoureuses.

En résumé, ce Mémoire et celui qui l'a précédé confirment l'opinion, très-répandue aujourd'hui, qui consiste à attribuer la chaleur d'un corps à des vibrations de ses molécules. On voit que l'étude des effets du calorique rentre, en partie, dans le domaine de la Mécanique rationnelle, science de l'équilibre et du mouvement. Les résultats obtenus se relient, d'une part, à la Thermodynamique, et, d'autre part, à la théorie de Fourier; de là, un trait d'union entre ces deux parties de la Science. »

PHYSIOLOGIE. — *Des mouvements que produit le cœur lorsqu'il est soumis à des excitations artificielles.* Note de M. **Marey**.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

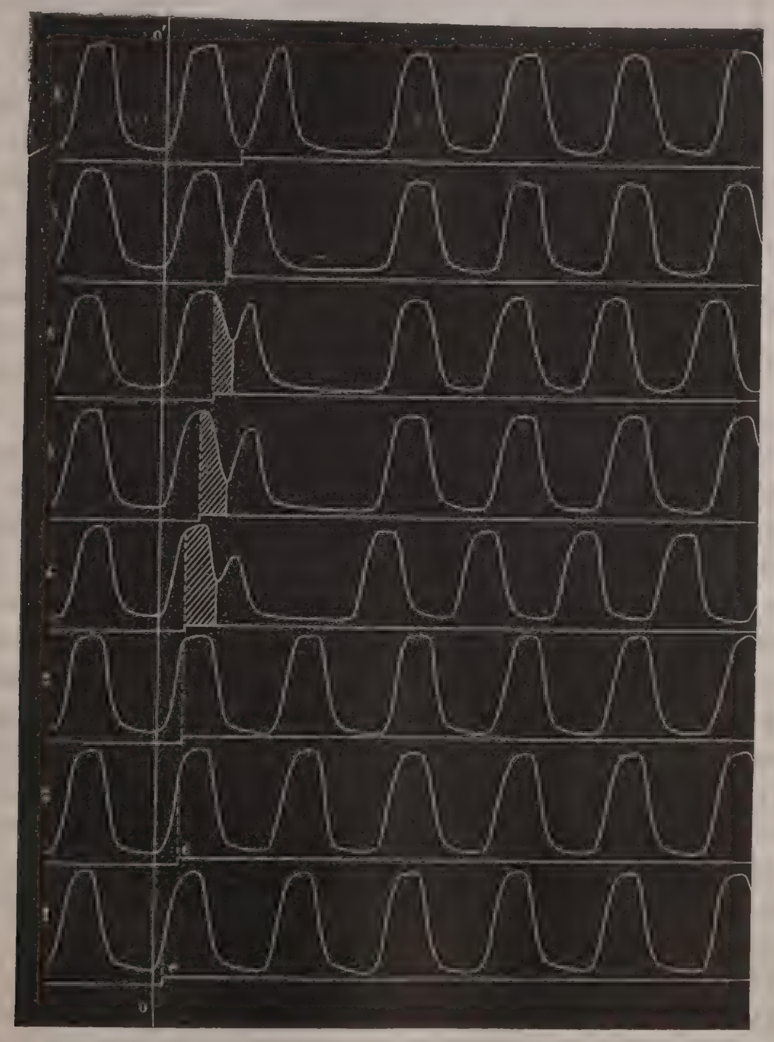
« Lorsque le cœur d'un animal a cessé de battre, on peut encore rappeler ses mouvements à l'aide d'excitations artificielles.

» Si l'on modifie l'état du cœur par la fatigue ou par le froid, les mouvements provoqués offrent plusieurs changements qui semblent liés les uns aux autres: le *temps perdu* (retard du mouvement sur l'excitation) s'accroît, ainsi que la durée de la systole dont l'intensité diminue. La diminution d'intensité de l'excitant agit dans le même sens; tandis que par le repos, la chaleur ou les excitations fortes, le cœur réagit plus tôt, plus fortement et d'une manière plus brusque.

» Ces effets, sauf quelques différences dans leur durée absolue, sont absolument semblables à ceux qu'on obtient dans tous les autres muscles de l'organisme; il n'en est plus ainsi quand on fait agir les excitations artificielles sur un cœur qui a conservé ses mouvements propres.

» Si on lance à travers le cœur d'une grenouille vivante des courants d'induction, et si l'on inscrit les mouvements qui se produisent alors, on observe que, pour les excitations toujours de même nature, il se produit des effets presque toujours différents. Tantôt le cœur ne semble pas avoir reçu l'excitation, tantôt il réagit; mais dans ces cas le mouvement apparaît tantôt avec une grande rapidité (temps perdu très-court, $\frac{1}{10}$ de seconde), tantôt après un retard qui peut atteindre $\frac{1}{2}$ seconde et plus. Enfin la systole provoquée peut être, en certains cas, aussi forte que celles qui se produisent spontanément, tandis que d'autres fois elle est pour ainsi dire avortée.

» En faisant un grand nombre d'expériences, j'ai pu m'assurer que, si la réaction du cœur n'est pas toujours la même, cela tient à ce que l'excitation lui arrive à différents instants de sa révolution, et que, si on l'excite toujours au même instant de sa systole ou de sa diastole, il donne toujours des tracés identiques.



Dans chacune des courbes, l'excitation du cœur a lieu au point *e*; l'origine de toutes les révolutions cardiaques pendant lesquelles une excitation arrive est placée sur la même verticale *oo'*; l'ascension de la courbe correspond à la systole.

» Pour rendre facilement saisissable la manière dont les choses se passent, j'ai disposé les uns au-dessus des autres des tracés pour lesquels le cœur a été excité à des instants de plus en plus avancés de sa révolution.

» On voit, sur cette figure, que *le cœur est réfractaire à l'excitation pendant la plus grande partie de sa phase systolique :* de 1 à 3 ; que de 4 à 8 il donne des systoles provoquées par chacune des excitations électriques; enfin qu'entre l'excitation et le mouvement produit il s'écoule un temps plus ou moins long : c'est le *temps perdu* de Helmholtz. Ce retard, très-long dans la ligne 4, où il dure plus d'une demi-seconde, va toujours en diminuant à mesure que l'excitation du cœur se produit plus tard. Pour rendre facilement saisissable, dans chaque tracé, la durée du temps perdu, on a teinté cette durée au moyen de hachures obliques. En suivant, de bas en haut, la série des courbes; on voit que le temps perdu diminue sans cesse. *Le retard de la systole est donc d'autant moindre que l'excitation du cœur arrive à une période plus avancée de la révolution de cet organe.*

» En comparant entre elles les systoles provoquées à différents instants, on constate que *la systole provoquée est d'autant plus forte, qu'elle arrive plus longtemps après la systole spontanée qui la précède.* Il semble que le repos soit nécessaire pour que le cœur qui vient d'agir soit capable d'un acte nouveau. On remarquera que, dans la série représentée par la figure ci-contre, les systoles provoquées sont d'abord petites (ligne 4), puis plus grandes (ligne 5), puis diminuent encore (ligne 6), pour grandir de nouveau.

» Cette double variation tient à ce qu'une double influence règle le moment d'apparition de la systole provoquée. D'une part, l'arrivée de plus en plus tardive de l'excitation du cœur tend à retarder de plus en plus l'apparition de la systole provoquée; d'autre part, la diminution graduelle du *temps perdu* tend à hâter cette apparition. Suivant la prédominance de l'une ou de l'autre de ces influences contraires, les systoles provoquées se montreront plus ou moins tôt et leur amplitude en sera modifiée comme on le voit dans la figure.

» Enfin, *après chaque systole provoquée, on observe un repos compensateur qui rétablit le rhythme du cœur un instant altéré.* L'existence de ce repos compensateur est très-importante : elle vient confirmer une loi que je crois avoir établie, à savoir que *le travail du cœur tend à rester constant.*

» Dans d'autres Communications, j'ai montré qu'on peut régler la fréquence du cœur en faisant varier les résistances que cet organe éprouve à se vider; que, si l'on élève la pression du sang dans les artères, le cœur devant, à chaque systole, soulever une charge plus forte, ralentira ses mouvements, tandis que, si une hémorrhagie diminue la résistance que chacune des systoles éprouve, le nombre de celles-ci augmente considérablement.

» Les expériences qu'on vient de lire constituent un corollaire de la loi

qui préside à la fréquence des mouvements du cœur. Elles montrent, en effet, qu'on ne peut, en un temps donné, provoquer qu'une même dépense de travail, et que, si des excitants énergiques viennent provoquer de la part du cœur une dépense anormale, un repos s'ensuit forcément, et le cœur, au bout d'un instant, se trouve n'avoir fait que sa dépense ordinaire.

» Si, par des influences quelconques, on provoquait une série de systoles accidentelles à de courts intervalles, on verrait ensuite le cœur se reposer pendant un temps beaucoup plus considérable.

» Je ne puis, dans les limites de cette Note, développer plus longuement ce sujet, non plus que discuter les causes des curieuses variations que présente l'excitabilité du cœur. Ce sera l'objet d'une Note prochaine. »

M. **Gueyraud** soumet au jugement de l'Académie un *pal distributeur*, destiné à introduire dans le sol les liquides insecticides, pour la destruction du Phylloxera (1)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Asum** adresse une Note relative à la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le deuxième et dernier fascicule du « Cours de Physique pour la » classe de Mathématiques spéciales », par M. *E. Fernet*;

2° Un opuscule de M. *Douay-Lesens*, intitulé : « Conservation, en silos, du vin, de la bière et du cidre »;

3° Une brochure portant pour titre : « Le climat de l'empire russe, par M. *Vojeikof* », traduction de M. *H. Brocard*;

4° Un ouvrage de MM. *H. Bonnet* et *Poincarré*, intitulé : « l'Anatomie pathologique et la nature de la paralysie générale », ouvrage adressé pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie;

5° Un nouvel opuscule de M. *Cernuschi*, sur la « Monnaie bimétallique ».

---

(1) Cet instrument est parvenu à l'Académie vers la fin de novembre; depuis cette époque, l'état du sol a empêché de le soumettre à des essais permettant d'en apprécier l'efficacité.

M. le **Président de l'Académie des Beaux-Arts** communique à l'Académie des Sciences la rédaction suivante, qui a été proposée par quelques-uns de ses Membres, comme devant trouver place dans le Dictionnaire des Beaux-Arts, au mot *Chromatique:*

« Les musiciens et les physiciens ne sont pas d'accord sur la mesure des » demi-tons chromatiques et diatoniques dont se compose la gamme chro- » matique. Les musiciens considèrent le demi-ton chromatique comme » étant plus grand que le demi-ton diatonique; les physiciens établissent » une opinion contraire par des calculs fondés sur le nombre des vibra- » tions. »

Avant de donner place à cette assertion dans son Dictionnaire, l'Académie des Beaux-Arts désire savoir si le dissentiment qui s'est manifesté autrefois, entre les musiciens et les physiciens, existe toujours, ou s'il s'est établi un accord entre les opinions opposées.

Cette Lettre sera soumise à la Section de Physique.

PHYSIQUE. — *Des écarts dans les lois relatives aux gaz.* Note de M. D. **Mendéléeff.** (Extrait.)

« La loi de Mariotte, la loi de Gay-Lussac, et la loi d'Ampère et Avogrado, vulgarisée par Gerhardt, peuvent s'exprimer, dans leur ensemble, par l'équation

$$apv = K(C + t)m \; (*). \tag{1}$$

(*) a est le poids d'une molécule chimique, le poids atomique de l'hydrogène étant pris pour unité : pour l'hydrogène, $a = 2$; pour l'azote, $a = 28$; pour l'air, le poids moléculaire moyen est 28,84.

p est la pression par mètre carré, en kilogrammes. La pression normale est 10 333.

m est le poids du gaz en kilogrammes, v son volume en mètres cubes, $\frac{m}{v} = \Delta$ le poids de 1 mètre cube de gaz. En introduisant cette notation dans l'équation (1), on obtient la forme plus générale

$$\frac{ap}{\Delta} = K(C + t). \tag{2}$$

t est la température centigrade; $C = \frac{1}{\alpha}$ est une constante, peu différente de 272; K est une constante à peu près égale à 845 : son expression est $K = (c' - c)aE$, E étant l'équivalent mécanique de la chaleur (à peu près 424); c' et c sont les deux chaleurs spécifiques du gaz (ainsi, pour l'air, $c' = 0{,}2376$ et $c = 0{,}1685$). Comme $(c' - c)a$ est, pour tous les gaz, peu différent de 2, la quantité K est approximativement égale à 2 E.

» Depuis Clapeyron, l'ensemble des deux premières lois s'exprime par l'équation

$$(3) \qquad pv = R(C + t).$$

» La constante R est variable avec la nature du gaz, tandis que la valeur de K, dans l'équation (1), est la même pour tous les gaz, tant qu'ils suivent les trois lois. La formule (1) fournit donc l'expression la plus complète des propriétés des gaz voisins de l'état parfait.

» Ces trois lois diffèrent cependant de la loi de gravitation, en ce qu'elles ne sont qu'une *première approximation*. Les essais entrepris pour trouver une expression plus approchée sont connus. Pour avoir l'expression analytique la plus simple des écarts offerts par les gaz, par rapport à ces lois, il faut considérer C et K, dans la formule (1), non pas comme des constantes, mais comme des fonctions de la nature du gaz, de sa température et de sa pression. La question la plus importante est de savoir si ces deux quantités dépendent de a, p et t, ou si cette dépendance n'existe que pour l'une d'elles.

» Pour la quantité $C = \frac{1}{\alpha}$, les expériences de M. Regnault prouvent qu'elle dépend de p et a. Il n'est pas douteux que, la pression augmentant, α augmente, et par conséquent C diminue; on doit donc avoir

$$C = C_0(1 - Ap).$$

» En comparant les données de M. Regnault avec celles de MM. Magnus et Joly, il devient évident que C dépend de même de a. Pour les gaz qui ont le même poids moléculaire, et par suite le même poids spécifique, on obtient le même coefficient de dilatation; or, à mesure que le poids moléculaire a, et par suite la densité du gaz augmentent, α augmente aussi. Donc, lorsque l'une de ces deux influences si différentes fait croître le poids de l'unité de volume du gaz, il arrive que le coefficient de dilatation α augmente également, c'est-à-dire que C diminue.

» Il y a lieu de croire que α change aussi avec t, mais il ne faut pas oublier que, dans l'état actuel de la question des températures, la constance de α, pour tel gaz donné, est une convention sur laquelle se base la détermination des températures, et qui ne s'en déduit pas. Ainsi la quantité C se trouve être une fonction déterminée, bien qu'encore imparfaitement connue, de p et de a. A mesure que p et a diminuent, la valeur de C paraît tendre vers la limite maximum généralement admise, $C_0 = 273$. Pour le succès des recherches, il faut de nouvelles observa-

tions relatives au coefficient de dilatation α sous des pressions constantes.

» Les questions relatives aux quantités R de l'équation (3), ou K de l'équation (1) sont plus complexes.... Néanmoins, un examen attentif conduit à supposer que, non-seulement C, mais aussi K (et par conséquent R) sont des fonctions de la pression. C'est ce qu'on voit déjà par la considération suivante.

» Les recherches de M. Regnault indiquent que, pour l'air, pour les valeurs de p comprises entre 1 et 30 atmosphères, la compressibilité est supérieure à celle qui résulterait de la loi de Mariotte [ce qui peut s'exprimer par $\frac{d(pv)}{dp} < 0$]. Des considérations théoriques (*), et aussi des observations directes pour des pressions considérables (Natterer, Cailletet) montrent qu'alors la compressibilité est plus petite que celle qu'exigerait la loi de Mariotte $\left[\frac{d(pv)}{dp} > 0\right]$. Quant aux pressions inférieures à 1 atmosphère, les observations que j'ai faites de concert avec M. Kirpitchoff ont fourni (**) des résultats analogues $\left[\frac{d(pv)}{dp} > 0\right]$.

» Il s'ensuit donc que la loi de dépendance des variations de pv avec celles de p doit être représentée par une courbe complexe. Quant aux variations de C avec les variations de pressions, autant qu'on peut en juger par les données de M. Regnault, elles peuvent se représenter par une ligne à peu près droite. La dépendance entre C et p ne suffit donc pas pour expliquer les écarts par rapport à la loi de Mariotte.

» La même conclusion se tire de la comparaison des observations de M. Regnault sur les variations des nombres α et α' (coefficients de dilatation de l'air pour des volumes constants et pour des pressions constantes) avec les variations de pressions, car ces deux coefficients deviennent égaux (0,00369) sous des pressions assez rapprochées de $2^{m},50$ (***). Les expériences poussées plus loin devront nous montrer comment, dans les divers gaz, R et C changent à mesure que la pression diminue ou augmente. Quant à présent, nous sommes en droit d'affirmer que, si p augmente, R et K augmentent, et C diminue. Il en est de même pour la variable a, car les déterminations de M. Regnault montrent que, pour $p = 0^{m},760 = 10333^{kg}$,

---

(*) Consulter mon Mémoire, publié dans le *Journal* (russe) *d'Artillerie*, août 1872, et mon Ouvrage *De l'élasticité des gaz*, t. I, chap. I, et IX.

(**) Consulter l'Ouvrage cité, chap. VIII. Un résumé concis se trouve dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1874, t. XIX, p. 466.

(***) REGNAULT, *Relation des expériences*, t. I, p. 109 et 115.

les valeurs de K correspondantes à divers gaz sont les suivantes :

	Hydrogène.	Azote et oxyde de carbone.	Acide carbonique et protoxyde d'azote.	Cyanogène et gaz sulfureux.
Poids moléculaire a.	2	28	44	52 et 64
Valeur de K.......	$\frac{apv\ (^*)}{m(C+t)} = 844$	846 et 849	854 et 857	893 et 893

» Il faut remarquer que les variations de K dépendent surtout de celles que a fait subir à la valeur de C (**).

» Ainsi la relation (1), qui existe entre les propriétés fondamentales des gaz, doit être remplacée, pour avoir une seconde approximation, au moins par une expression de la forme

$$\frac{apv}{m} = (K_0 + A'p + B'a)(C_0 + t - Ap - Ba).$$

» Les recherches ultérieures détermineront les valeurs de A, B, A', B'. En partant des données de M. Regnault, j'ai commencé en 1872 ces recherches, et j'en ai publié la première partie. J'ai en vue principalement la détermination des écarts par rapport à la loi de Mariotte, pour les gaz sous différentes pressions, et la détermination du coefficient de dilatation des gaz sous des pressions constantes »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les rosanilines isomères.* Note de M. **A. Rosenstiehl.**

« En 1868, à la suite de la découverte de la pseudotoluidine, j'ai montré que la fuchsine commerciale ne résulte pas du concours de deux alcaloïdes seulement, l'aniline et la toluidine, ainsi qu'on avait dû l'admettre alors, mais qu'à ces corps vient s'ajouter la pseudotoluidine, comme l'un des facteurs les plus importants de la production de cette remarquable matière colorante rouge. J'ai indiqué en même temps l'existence de deux isomères, obtenus, l'un par l'aniline et la toluidine, l'autre par l'aniline et la pseudotoluidine, dont les propriétés physiques sont si rapprochées qu'elles ne permettent pas de les distinguer. Cette isomérie délicate, qui réside principalement dans la nature des corps générateurs, m'a paru assez importante pour devoir être confirmée par un plus grand nombre d'expériences. Dans ce

(*) En désignant par δ la densité relative à l'air, $K = \frac{a\alpha}{\delta}\ 7995$.

(**) Les valeurs de $\frac{a}{\delta}$ sont 28,9; 28,8 et 28,9; 28,8 et 28,8; 28,8 et 28,6.

travail de révision, j'avais surtout en vue, après avoir préparé les rosanilines isomères, avec des matières aussi pures que l'état actuel de la question permet de le faire, d'en régénérer les alcaloïdes en quantité suffisante pour pouvoir en déterminer les proportions relatives. Cette manière de faire m'a paru d'autant plus nécessaire, que l'expérience m'a montré, dans ces dernières années, l'impossibilité de préparer de l'aniline exempte de pseudotoluidine. Je conclus de là qu'il est impossible de séparer les trois alcaloïdes congénères de manière à obtenir chacun dans un état de pureté absolue; et j'admets que chacun d'eux, quoique préparé avec de grands soins, contient les deux autres en petites quantités. Je dois donc trouver la pseudotoluidine dans les alcaloïdes régénérés de la rosaniline préparée avec l'aniline et la toluidine; inversement, je dois trouver cette dernière dans la rosaniline préparée avec l'aniline et la pseudotoluidine. Il convient, dès lors, de fixer l'importance de cette cause d'erreurs et son influence sur le résultat final.

» J'ai préparé les rosanilines correspondantes aux mélanges suivants :

Rosaniline α.

Toluidine cristallisée.
Aniline.

Rosaniline β. 1.

Pseudotoluidine seule.

Rosaniline β. 2.

Pseudotoluidine.
Aniline.

Rosaniline αβ. 1.

Toluidine cristallisée.
Pseudotoluidine.

Rosaniline αβ. 2.

Toluidine cristallisée.
Pseudotoluidine.
Aniline.

» Après avoir obtenu à l'état de pureté les rosanilines correspondantes à chacun de ces mélanges, et en avoir comparé les propriétés physiques, je les ai traitées par l'acide iodhydrique sous pression, pour en régénérer les alcaloïdes. Il serait trop long de décrire ici la méthode de séparation appliquée au mélange des alcaloïdes régénérés; pour montrer toutefois la confiance qu'elle mérite, je citerai un exemple. J'ai fait, avec des alcaloïdes purs, un mélange type, que j'ai ensuite séparé en ses éléments :

	Composition du mélange.	Trouvé par l'analyse.
	gr	gr
Aniline..................	0,376	0,375
Pseudotoluidine..........	0,532	0,534
Toluidine................	0,040	0,039

» J'ai traité par l'acide iodhydrique, outre les rosanilines isomeres, quelques produits secondaires de leur préparation. Ce sont : 1° les produits qui restent dans le liquide-mère de la cristallisation de la rosaniline β ; 2° les produits insolubles qui se forment en même temps qu'elle.

» Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

	Rosanilines.							
	α	β_1	β_1 liq. mère	β_1 résidu	β_2	β_2 liq. mère	β_2 résidu	$\alpha\beta$
Aniline..........	25	24	30	32	32	34	50	28
Toluidine crist....	75	3	Indices.	0	4	2	2	38
Pseudotoluidine...	Indices.	73	70	68	64	64	48	34

» De l'ensemble de ces résultats analytiques, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Chaque rosaniline régénère en réalité trois alcaloïdes, mais en proportions telles qu'il ne peut y avoir aucun doute sur l'isomérie.

» 2° Le rapport de 1 molécule d'aniline pour 2 molécules de toluidine, demandé par la formule de la rosaniline établie par M. Hofmann, se retrouve à peu près dans les alcaloïdes régénérés ; cependant l'aniline est en proportions un peu inférieures, parce qu'elle est partiellement transformée en ammoniaque par l'action de l'acide iodhydrique.

» 3° La pseudotoluidine est, à elle seule, capable de produire une rosaniline, car, par la destruction de CH^2, elle se transforme partiellement en aniline.

» 4° Il existe trois rosanilines isomères : l'une dérive de 1 molécule d'aniline et de 2 molécules de toluidine ; la deuxième dérive de 1 molécule d'aniline et de 2 molécules de pseudotoluidine ; la troisième est formée par 1 molécule d'aniline, 1 molécule de toluidine et 1 molécule de pseudotoluidine ; cette dernière constitue, en majeure partie, les fuchsines commerciales. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux.* Note de MM. **Aimé Girard** et **Laborde**.

« Dans la séance du 31 janvier, M. Maumené a présenté à l'Académie une Note dans laquelle il nous reproche d'avoir attribué à M. Dubrunfaut une opinion dont il revendique la priorité.

» Nous plaçant au point de vue purement technique, laissant de côté toute question d'interprétation, ne nous préoccupant ni de la théorie de M. Dubrunfaut, ni de la théorie de M. Maumené, évitant même d'employer

les termes de *glucose*, de *lévulose* ou de *chylariose*, nous nous sommes simplement proposé de rechercher si le sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux, c'est-à-dire la matière sucrée autre que le saccharose, contenue dans ces produits, possède ou ne possède pas une activité optique susceptible d'influencer, à l'analyse, les indications fournies par le polarimètre.

» Dans ces conditions, nous avons eu raison d'attribuer à M. Dubrunfaut l'opinion qu'il a, en réalité, émise le premier, et qui consiste à regarder cette matière sucrée comme n'exerçant sur les résultats de l'analyse polarimétrique aucune action sensible. Si nous nous sommes placés à ce point de vue limité, c'est précisément afin d'avoir le droit de refuser toute discussion sur le côté théorique de la question. »

THERMOCHIMIE. — *Sur un élément nouveau de la détermination des chimi-calories;* par M. **E.-J. Maumené.**

« Les expériences que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (*Comptes rendus,* t. LXXXI, p. 575) ont été confirmées par une nouvelle série, faite en redoublant de précautions pour éviter toute erreur.

» L'acide sulfurique récemment bouilli (dans un matras à long col et sans perdre la moindre trace d'eau) ne dégage pas le même nombre de chimi-calories dans les actions qu'il peut produire que lorsqu'il est refroidi depuis longtemps.

» 50 grammes d'huile d'olive traités par $18^{gr},4$ d'acide récemment bouilli (10 centimètres cubes) produisent 44 degrés de chaleur. 50 grammes d'acide ancien n'en produisent que 34. Les mêmes proportions d'acide et d'eau dégagent très-sensiblement 3 degrés de plus dans le premier cas que dans le second.

» J'ai de plus constaté un fait nouveau et, je crois, des plus importants. L'huile d'olive récemment chauffée à 300 degrés environ (au bain d'huile) ne se comporte pas non plus comme l'huile ancienne ; elle n'est pourtant pas sensiblement altérée : sa couleur est la même, son odeur devient un peu acroléique, mais très-faiblement, sa densité ne varie aucunement. 50 grammes de cette huile traités par $18^{gr},4$ d'acide récemment bouilli se comportent comme s'ils n'avaient été chauffés ni l'un ni l'autre; ils ne produisent que 34 degrés.

» Ainsi des liquides très-divers éprouvent une altération moléculaire facile à mettre en évidence par des actions chimiques, sans que leur nature

ait changé; la seule influence de la chaleur, une influence purement physique, bien évidente par le retour complet à l'état moléculaire antérieur, après quelques semaines, leur donne une sorte de trempe, *pendant* laquelle leurs actions chimiques produisent des nombres de chimi-calories extraordinaires.

» J'étudie cette influence dans d'autres liquides, dans les solides et même dans les gaz. Certains sels récemment chauffés ou fondus ne produisent plus les mêmes abaissements de température (positifs ou négatifs) que lorsqu'ils ont été longtemps conservés.

» A mesure de l'observation des faits, de nature à intéresser l'Académie, j'aurai l'honneur de les communiquer. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un acide nouveau préexistant dans le lait frais de jument.* Note de M. J. **Duval**, présentée par M. Robin.

« L'auteur démontre, par une analyse du lait de jument, que ce liquide, faiblement alcalin ou neutre, contient un principe immédiat que ne renferment pas les laits de ruminants, en quantité appréciable du moins. C'est un sel dont l'acide est cristallisable en groupes de petites aiguilles, non volatil sans décomposition, d'une odeur fragrante et d'une saveur particulière. Ses réactions, au contact de l'azotate d'argent, du perchlorure de fer et du chlorure d'or, etc., le distinguent de l'acide hippurique. Il est combiné à une base volatile que chasse la chaleur, ce qui fait que ce lait devient un peu acide pendant son ébullition prolongée. Cette base est peut-être une ammoniaque composée, mais n'est pas l'ammoniaque proprement dite. M. Duval donne le nom d'*acide équinique* à ce composé chimique naturel nouveau. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'aptitude qu'ont les huîtres à se reproduire dès la première année.* Note de M. Z. **Gerbe**, présentée par M. Ch. Robin.

« Une question des plus importantes au point de vue de l'exploitation des bancs naturels et artificiels, celle de savoir à quel âge les huîtres commencent à se reproduire, m'avait bien souvent préoccupé, lorsque, en 1870, M. le Ministre de la Marine, sur la demande que lui en fit M. Coste, voulut bien me faciliter les moyens de la résoudre.

» On savait, et je l'avais fréquemment constaté moi-même, que de très-petites huîtres sont parfois gorgées de *naissain*, c'est-à-dire d'embryons;

mais ce fait pouvait être exceptionnel et, du reste, s'il permettait de conjecturer que l'espèce est susceptible de se reproduire de bonne heure, il n'autorisait pas à fixer l'âge des individus qui se présentaient, la taille ne pouvant fournir sur ce point que des données incertaines. En effet, la croissance du mollusque étant en raison du milieu qu'il habite, il en résulte que des huîtres de la même ponte, examinées à la même heure, six mois, un an, deux ans après, présenteront, sous le rapport des dimensions, des différences considérables. Des observations que j'ai faites à ce sujet il résulte que :

» Sur *quatre cent-trente-cinq* huîtres d'un an, prises dans les parcs d'Arcachon (1), et sacrifiées par lots de quarante à cinquante tous les cinq jours, à partir du 15 juin jusqu'au 31 juillet 1870, il s'en est trouvé :

» *Trente-cinq* laiteuses, c'est-à-dire ayant les œufs ou les jeunes en incubation dans le manteau, et à divers degrés de développement;

» *Cent-vingt-sept* dont les ovaires, gorgés d'œufs à maturité, annonçaient une ponte imminente;

» *Cent-quatre-vingt-neuf* chez lesquelles l'élément fécondant, c'est-à-dire les corpuscules spermatiques, étaient en pleine voie de formation, mais à des degrés divers.

» *Six* dont les organes reproducteurs étaient comme lardacés, les œufs et les spermatozoïdes s'y trouvant à l'état de décomposition;

» *Soixante-dix-huit* dont la plupart, à en juger par les caractères que présentaient les organes génitaux, avaient probablement émis leur naissain.

» Pour ces dernières, j'aurais pu avoir des doutes sur la valeur des caractères qui me les faisaient considérer comme ayant déjà pondu, si ces caractères n'avaient pas été absolument identiques à ceux que présentaient les huîtres laiteuses. Chez les unes comme chez les autres, il y avait affaissement complet des organes reproducteurs, et généralement absence d'œufs et de corpuscules spermatiques; mais, en supposant qu'il y ait du doute pour les huîtres du dernier groupe, il ne saurait y en avoir ni pour celles dont les œufs étaient en incubation, ni pour celles qui étaient à la veille de pondre, et chez lesquelles la moindre piqûre pratiquée sur l'ovaire suffisait pour faire couler des flots d'ovules.

» Quant aux huîtres qui ne présentaient que des masses spermatiques

---

(1) Ces huîtres ont été examinées au laboratoire de Concarneau, où je m'étais fixé pour d'autres études, et où M. A. de Rochebrune, commandant l'aviso à vapeur *le Sylphe*, en station dans le bassin d'Arcachon, me les faisait parvenir.

à divers degrés de maturation, il n'est pas moins certain qu'à la période de formation de l'élément fécondant aurait bientôt succédé chez elles la période de formation des œufs : curieux phénomène qui pourrait faire croire à tel observateur qui n'en verrait que la première phase que le nombre des mâles est ici bien supérieur à celui des femelles; et à celui qui n'en connaîtrait que la deuxième phase, que ce sont au contraire celles-ci qui sont le plus nombreuses.

» Je me bornerai à ajouter que cent huîtres également âgées d'un an, prises sur les collecteurs du parc de la Forêt, m'ont fourni des résultats identiques. La seule différence que je signalerai, différence dont la température des milieux est certainement la cause principale, c'est que, chez les huîtres bretonnes, les pontes ont commencé de quinze à vingt jours plus tard que chez les huîtres venues d'Arcachon.

» La conclusion à tirer des faits que je viens d'exposer est que la plupart des huîtres, pour ne pas dire toutes, se propagent dès la première année, bien avant, par conséquent, qu'elles aient atteint la taille qui les rend marchandes. Parmi ces mères précoces, il en est dont la coquille, dans son diamètre transversal, mesure à peine 25 millimètres; j'en conserve plusieurs de ce module.

» Il en résulte aussi que la conservation, la prospérité d'un parc reproducteur d'une huîtrière naturelle ne dépendent pas absolument de la présence de grosses huîtres, puisque les jeunes d'un an, se reproduisant comme elles, pourraient, au besoin, suffire à leur repeuplement.

» A la vérité, des sujets de cet âge ne sauraient avoir d'abondants produits, car la quantité d'œufs que pond une huître est généralement en rapport avec sa taille. Des individus arrivés à la fin de leur première année, et dont les dimensions étaient de 35 millimètres en moyenne, m'ont fourni à peine 1 centimètre cube d'œufs, pendant que des individus de trois à quatre ans m'en donnaient de 4 à 5 centimètres cubes et au delà; mais, quoique moins abondant, le naissain que produisent les jeunes huîtres suffirait, je le répète, pour assurer l'ensemencement d'un parc reproducteur.

» D'ailleurs, je ne serais pas éloigné de penser que beaucoup d'huîtres, principalement les jeunes, se propagent une deuxième fois dans la saison, lorsque les conditions sont favorables. J'en ai fréquemment rencontré chez lesquelles une nouvelle production de corpuscules spermatiques avait lieu, pendant que le naissain d'une première ponte était encore en incubation; et parmi celles que l'état des organes génitaux signale comme s'en étant

déjà débarrassées, j'ai également constaté un travail de cette nature, travail qui précède toujours, comme je viens de le dire, une prochaine formation d'œufs. Mais ces faits ne sont pas encore la démonstration de la double ponte annuelle des huîtres; ils n'établissent qu'une présomption en faveur de l'opinion que j'émets et demandent de nouvelles études pour l'affirmer.

» Mes observations établissent aussi, avec quelque certitude, que les pontes n'ont pas lieu tous les jours, mais à des temps assez éloignés les uns des autres, et qui correspondent peut-être à des phases lunaires. Toujours est-il que, quel que soit le nombre d'huîtres laiteuses que l'on ouvre, même à l'époque la plus active de la reproduction, on n'a jamais à la fois, sous les yeux, toutes les phases embryonnaires par lesquelles passe l'espèce, depuis la segmentation jusqu'au développement complet. Entre les diverses formes que l'on obtient, on constate toujours des lacunes parfois considérables, et ces lacunes sont la preuve incontestable de la périodicité des pontes. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à une Note précédente de M.* Arm. Gautier, *relative au rôle de l'acide carbonique dans la coagulation du sang;* par MM. E. Mathieu et V. Urbain. (Extrait.)

« Dans une Communication récente (1), M. A. Gautier a présenté de nouvelles objections au sujet du rôle que joue l'acide carbonique dans la coagulation spontanée du sang. La principale est ainsi formulée :

« Si l'acide carbonique qui sort du globule rouge après l'extravasation du sang était la cause de la coagulation, celle-ci devrait être empêchée si l'on prive le sang de globules et le plasma d'acide carbonique. »

» Le fait est incontestable ; toute la question est de savoir si la manière d'opérer de M. Gautier satisfait aux conditions qu'il indique.

» Du sang, mélangé, à la sortie des vaisseaux, avec du sel marin, du sulfate de soude ou d'autres sels alcalins, ou même maintenu dans le voisinage de zéro, se coagule assez lentement pour permettre la précipitation des globules et donner un plasma incolore. Celui-ci renferme de l'acide carbonique, qu'il est indispensable d'enlever si l'on veut empêcher sa coagulation. A cet égard, voici comment s'exprime M. Gautier :

« J'ai remarqué que le plasma salé peut être entièrement desséché dans le vide, pulvérisé et desséché de nouveau, sans perdre la faculté de se coaguler spontanément dès qu'on

(1) *Comptes rendus*, séance du 15 novembre 1875.

le redissout dans l'eau pure. *Il est bien évident que, de même que l'albumine d'œuf, le plasma perd son acide carbonique dans le vide sec*, celui qui était dissous et celui aussi qui était faiblement uni aux phosphates alcalins. L'acide carbonique *n'existe donc plus* dans la solution aqueuse du plasma préalablement desséché, et, puisqu'elle se coagule spontanément, on ne saurait, je crois, penser que le gaz acide ait provoqué ce phénomène. »

» Ainsi M. Gautier admet comme évident qu'en desséchant du plasma dans le vide, on le prive de tout son acide carbonique. C'est là le point essentiel, et, à notre avis, le point faible de son argumentation, qu'il s'agisse d'une liqueur plasmatique ou albumineuse, car la dessiccation dans le vide de l'une ou l'autre liqueur, *non diluée*, est incapable de lui enlever l'acide carbonique qu'elle renferme. Partant, la conclusion que l'auteur croit pouvoir tirer de son expérience ne nous paraît point démontrée.

» M. Gautier ajoute : « Ce plasma sec peut être chauffé à 100 degrés, « *température qui décompose jusqu'aux bicarbonates*, sans perdre la propriété « de donner des flocons de fibrine lorsqu'on le reprend par l'eau. » Mais cette affirmation nous paraît également contestable; nous avons toujours constaté que les bicarbonates *secs* résistaient parfaitement à une température de 100 degrés.

» L'expérience de M. Gautier paraît devoir être interprétée de la façon suivante. Le plasma desséché dans le vide, sans dilution, ne se coagule pas, parce que son acide carbonique reste combiné aux sels alcalins renfermés dans la substance albuminoïde; mais la coagulation se produit lorsque cette combinaison est détruite par l'addition d'une quantité d'eau suffisante pour mettre en liberté l'acide carbonique qui s'y trouve.

» La seconde objection de M. Gautier est celle-ci : En faisant passer un courant d'acide carbonique dans du plasma sanguin, salé à 5 pour 100 et maintenu à 8 degrés, il n'y a pas coagulation; cependant la quantité de gaz acide, susceptible de se dissoudre dans de telles conditions, est supérieure à celle qui est nécessaire pour coaguler un poids de fibrine, en rapport avec la proportion de plasma employé.

» On observe d'abord que l'expérience est faite à 8 degrés, c'est-à-dire à une température qui s'oppose à la coagulation du sang, ou du moins la retarde considérablement, sans addition d'aucun sel. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de l'absence de coagulum, du moment qu'une basse température, à elle seule, est capable d'amener ce résultat. Enfin nous rappellerons les expériences citées dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 372), qui montrent qu'une solution de globuline ou même de l'eau de chaux ne sont plus précipitées par l'acide carbonique lorsqu'on

les a additionnées d'une proportion convenable de chlorure de sodium. Or, de la non-précipitation de ces liqueurs dans ces conditions, M. Gautier conclurait-il que l'acide carbonique ne joue aucun rôle dans la formation des précipités que détermine ce gaz, au sein des mêmes solutions privées de sel marin? »

PHYSIQUE. — *Description du diplomètre.* Note de M. **Landolf**, présentée par M. Becquerel. (Extrait.)

« Le *diplomètre* sert à mesurer le diamètre d'un objet, à distance et indépendamment de ses mouvements. Voici le principe de cet instrument :

» J'ai coupé en deux, suivant une section principale, un verre prismatique, et j'ai superposé les deux moitiés en sens contraire par leurs surfaces de section. En regardant à travers la ligne de contact de cette combinaison de prismes, on voit double, parce que les prismes font dévier les rayons lumineux en sens opposé. La distance x entre les deux images d'un objet est proportionnelle à la distance d qui sépare celui-ci des prismes : elle est égale au double produit de la distance d par la tangente de l'angle de déviation δ de l'un des prismes : $x = 2d \tang \delta$.

» Lorsque les deux images d'un objet se touchent par leurs bords opposés, le dédoublement produit par les prismes est égal au diamètre de l'objet, puisque, pour occuper cette position, l'une des images a dû être déplacée de sa moitié à droite, l'autre de sa moitié à gauche.

» La combinaison des prismes est mobile sur une tige graduée. La graduation, dont le point zéro se trouve au niveau d'une tablette, indique, pour chaque distance des prismes, le dédoublement qu'ils produisent. La graduation a été faite empiriquement, à l'aide d'une règle divisée en millimètres et demi-millimètres, que j'ai placée au plan du point zéro.

» Pour notre diplomètre, 1 millimètre de diamètre de l'objet correspond à une excursion des prismes de 42 millimètres. Il est donc facile de mesurer avec une exactitude d'un dixième de millimètre.

» Il est évident que les mouvements de l'objet n'ont pas d'influence sur l'exactitude de la mesure, parce que les deux images suivent ces mouvements. En effet, on mesure, pour ainsi dire, l'objet avec lui-même et l'on voit toujours à la fois les deux extrémités du diamètre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'origine et le mode de génération des tourbillons atmosphériques, et sur l'unité de direction de leur mouvement gyratoire.* Note de M. Cousté, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« On sait combien il importe de pouvoir indiquer la marche probable d'un ouragan, d'un cyclone, d'un typhon dans les régions intertropicales, d'une bourrasque, d'une dépression, d'un tornado, etc., dans les pays tempérés et septentrionaux; tous météores qui dépendent essentiellement de mouvements tourbillonnaires dans l'atmosphère, et dont la baisse barométrique annonce avec certitude l'approche, souvent quelques jours à l'avance. On sait encore combien il serait désirable de pouvoir ou confirmer purement et simplement, ou rectifier, s'il y a lieu, la célèbre *Loi des tempêtes* de Reid, Redfield et Piddington, loi appliquée jusqu'à présent avec des résultats fort divers, et qui se trouve ébranlée aujourd'hui, malgré la Notice (1) de M. Faye, par la critique de plusieurs météorologistes, et notamment de M. Meldrum.

» Le seul moyen sûr pour arriver à résoudre ces grands problèmes, si tant est qu'on le puisse, c'est, selon moi, une théorie exacte des tourbillons atmosphériques. Or cette théorie sera nécessairement fondée sur la connaissance de l'origine et du mode de génération de ces tourbillons. En outre, elle devra fournir le moyen de déterminer, dans chaque cas particulier, le sens dans lequel s'effectue le mouvement gyratoire, deux points d'une importance capitale.

» A part le peu que j'en ai dit dans mon Mémoire du 14 décembre 1874, ces deux points n'ont pas encore été étudiés, que je sache. Je me propose, dans cette Note, de les traiter spécialement, ce qui complétera la théorie dont je viens d'indiquer l'importamce.

» Je détermine la cause physique du mouvement gyratoire, et la manière dont elle s'exerce pour la génération de ce mouvement; et je fais voir que l'un des effets de cette cause, c'est une gyration dans une direction constante de l'*ouest à l'est en passant par le sud*, c'est-à-dire en sens contraire du mouvement apparent du Soleil (ou en sens contraire des aiguilles d'une montre sur l'*hémisphère boréal*; et dans le *même sens* que les aiguilles d'une montre sur l'*hémisphère austral*).

» Je démontre que, quoique la gyration dans un sens contraire ne soit pas impossible théoriquement, eu égard au mode de génération des tour-

(1) Faye, *Défense de la loi des tempêtes* (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875).

billons, en fait et pratiquement, elle s'est toujours produite suivant la loi ci-dessus indiquée, dans les nombreux météores qui ont été observés; d'où l'on pourrait conclure, dans la pratique, et spécialement dans les pronostics auxquels j'ai fait allusion en commençant, que la loi est générale et ne souffre pas d'exception.

» Je prouve, en outre :

» 1° Que la fixité du sens gyratoire est la conséquence du mouvement de rotation de la Terre sur son axe, et de l'action calorifique du Soleil;

» 2° Que les tourbillons sont engendrés par cette action calorifique, exercée, soit sur l'eau globulaire des nuages, soit sur la vapeur d'eau qui s'est formée dans l'atmosphère et s'y meut en courants ascendants, après y avoir séjourné quelque temps au repos, à l'état d'équilibre instable;

» 3° Que les tourbillons passent, au début, par un état embryonnaire, dans lequel la puissance génératrice leur a communiqué, à l'état rudimentaire, les deux systèmes de forces (le système parallèle et le système perpendiculaire à l'axe), dont ils ont essentiellement besoin;

» 4° Que, une fois mis dans les conditions du développement, par l'action nourricière du nuage qui leur fournit l'eau à l'état de globules, ils se développent d'eux-mêmes; les deux systèmes de forces augmentant d'intensité, en même temps, par l'effet d'une relation qui les lie l'un à l'autre, savoir : le système vertical, en vertu du tirage dû à la vaporisation qui se fait autour de la colonne du tourbillon et à l'échauffement de l'air dans ladite colonne; le système horizontal, en vertu de ce même tirage, qui accroît la vitesse des filets d'air affluant de tous les points de l'horizon dans l'embouchure de la colonne;

» 5° Que les tourbillons atmosphériques à axe vertical sont nécessairement *ascendants*, et qu'il ne peut pas en exister qui soient *descendants;*

» 6° Que, en définitive, tout le mécanisme des tourbillons atmosphériques dérive de deux causes déterminantes, la pesanteur et la chaleur, celle-ci mettant en jeu celle-là : le poids de l'air chasse *verticalement* de bas en haut la vapeur d'eau, moins dense que lui, et que la chaleur a produite; le poids de l'air, encore, fait que ce gaz se précipite (en direction *horizontale*, ou au moins *inclinée*), dans le vide que la vapeur tend à laisser derrière elle en s'élevant. »

M. Sacc transmet à l'Académie quelques documents recueillis par lui, au Texas, sur le traitement employé contre la morsure des Crotales, et sur la conservation de l'irritabilité musculaire chez la Tortue de mer, après la mort.

L'auteur dit avoir été témoin de la guérison d'un jeune homme de seize ans, mordu à la cheville droite par un *Crotalus horridus*, qu'on nomme, dans le pays, *Copperhead*. L'enflure ayant déjà gagné la hanche, on appliqua sur la plaie un onguent formé avec des oignons broyés et du sel en poudre fine; on fit ensuite avaler au blessé un verre de whisky. Après quelques heures de sommeil, on put constater que la plaie était profonde, mais l'enflure avait disparu, excepté autour de la morsure. Ce traitement est celui qu'on emploie d'ordinaire; il est toujours efficace (1). M. Sacc dit avoir fait usage lui-même, avec succès, en 1852, du sel marin délayé dans un peu d'eau, pour faire disparaître, en très-peu d'instants, l'enflure de la langue déterminée par la piqûre d'une guêpe.

Le second fait signalé par l'auteur est relatif à la conservation de l'irritabilité des masses musculaires de la Tortue de mer. L'animal ayant été complétement dépecé, le contact d'une masse musculaire avec un plateau de cuivre détermine des contractions qui l'en font sortir. Une heure après, le contact de l'acétate de soude en poudre produit encore des soubresauts capables de projeter le sel à distance.

M. Chapelas adresse le tableau des observations d'étoiles filantes faites par lui pendant le mois de janvier 1876.

La séance est levée à 3 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 février 1876.

Cours de Physique pour la classe de Mathématiques spéciales; par E. Fernet; 2e fascicule, pages 253 à fin. Paris, G. Masson, 1876; in-8°.

Recherches sur l'Anatomie pathologique et la nature de la paralysie générale; par les Drs H. Bonnet et Poincarré : *Lésions du grand sympathique,*

---

(1) L'Académie, tout en donnant la publicité à l'observation de M. Sacc, entend lui laisser toute la responsabilité du fait qu'il signale.

troubles vaso-moteurs; 2e édition. Paris, G. Masson, 1876; in-4°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1876.)

DOUAY-LESENS. *Conservation en silos du vin, de la bière et du cidre.* Valenciennes, imp. Giard et Seulin, 1876; br. in-8°.

Schriften der Universität zu Kiel aus dem Jahre 1874; Band XXI. Kiel, 1875; in-4°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg; vierzehnter Jahrgang, 1873-1874, erste-zweite Abtheilung. Königsberg, 1874; 4 liv. in-4°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Dorpat im Jahre 1869, *redigirt und bearbeitet von* Dr A. VON OETTINGEN; dritter Jahrgang. Dorpat, Druck von H. Laakmann, 1870; br. in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXIX, sessione Ia del 19 dicembre 1875. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1876; in-4°.

Atti della reale Accademia di Archeologia, Lettere e belle Arti, 1872-1873. Napoli, stamperia della regia Universita, 1874; in-4°.

Az emberi koponyaisme Cranioscopa; XII : *Szamtablaval es ket Keptablaval, irta* LENHOSSEK JOZSEF. Budapest, 1875; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 février 1876.)

Page 378, lignes 29 et 34, *au lieu de* 92 degrés, *lisez* 93 degrés.

» ligne 30, *au lieu de* $CH^3 - CHBr - CH^2Cl$ bouillant vers 110 degrés, et dont la production..., *lisez* $CH^3 - CH^2 - CClBr$ bouillant vers 110 degrés, que j'ai déjà signalé, et dont la production....